# PHILIPS

*Service*

PRINCIPI DELLA TRASMISSIONE E RICEZIONE STEREOFONICA
IN MODULAZIONE DI FREQUENZA

## PRINCIPI DELLA TRASMISSIONE E RICEZIONE STEREOFONICA IN MODULAZIONE DI FREQUENZA

L'emissione dei programmi stereofonici in modulazione di frequenza richiede l'impiego di un sistema compatibile che permetta, per i ricevitori normali non adattati, la ricezione dei canali sinistro e destro miscelati, vale a dire del programma in monofonia.
Il trasmettitore deve dunque trasmettere due informazioni, cioè:

1) una informazione monofonica (segnale M) composto della somma dei segnali elettrici disponibili all'uscita dei due trasduttori dei canali destro e sinistro.

2) una informazione che permetta la decodificazione in stereofonia (segnale S) che si chiamerà stereofonica composta dalla differenza tra i due segnali elettrici disponibili all'uscita dei trasduttori (sinistro e destro) precedentemente menzionati.

Riassumendo : 2 segnali composti:

a) via M (sinistro + destro) segnale monofonico
b) via S (sinistro - destro) segnale detto stereofonico

Il trasmettitore deve irradiare la via monofonica secondo le norme classiche; tuttavia la profondità di modulazione non oltrepasserà il 90% il che significa che ricevendo un programma stereofonico con un ricevitore normale il livello diminuirà di 1 decibel, praticamente inavvertibile dall'utente.

## PRINCIPIO DELLA TRASMISSIONE DI DUE INFORMAZIONI

Il circuito di addizione e sottrazione può, come principio, essere molto semplice. Si applicano le vie sinistra e destra agli estremi di un ponte di resistenze (analogo al ponte Wheastone) rigorosamente identiche (vedi schema di fig.1).
(I generatori sono rappresentati nell'istante in cui la tensione è uguale al valore di cresta dell'alternanza positiva. Le correnti sono indicate secondo il loro senso reale).
Si nota che in R1 le correnti di G e D sono nello stesso senso. La tensione che ne risulterà rappresenterà la somma di 1/2 G + 1/2 D (segnale M).
In R2 le correnti provocate da G e D sono di senso contrario; la tensione rappresenterà la differenza 1/2 G - 1/2 D (segnale S).
Il segnale M è applicato normalmente al modulatore del trasmettitore mentre il segnale S è applicato al modulatore dopo essere stato trasformato da un modulatore ad anello funzionante su di una frequenza di 38 KHz.
Lo schema sinottico del trasmettitore è dato nella fig.2
Il processo di trasmissione è dunque relativamente semplice. Il segnale M è del tutto convenzionale e sarà dunque ricevuto normalmente dai ricevitori non adattati.

Il segnale S è applicato, come detto precedentemente, ad un <u>modulatore ad anello</u>.
Questo sistema utilizzato in trasmissione professionale ha il vantaggio di sopprimere la portante R.F. che è nel nostro caso di 38 KHz. La ragione della scelta è logica. In effetti, per la trasmissione a modulazione d'ampiezza classica, la potenza media del trasmettitore è costante qualunque sia la profondità di modulazione mentre, quando la portante è soppressa, il trasmettitore fornisce potenza a R.F. solamente durante la trasmissione dell'informazione audio, vale a dire che quando l'audiofrequenza è nulla, il trasmettitore non irradia.
Questo procedimento permette dunque di trasmettere due informazioni simultanee senza sovraccaricare il trasmettitore.
Come vedremo più avanti il segnale S emesso con questo sistema non può essere utilizzato con una rivelazione normale in ricezione; si deve in effetti ricostruire la portante di 38KHz soppressa in trasmissione.
Si trasmette dunque una informazione di frequenza metà, ossia 19KHz che sarà duplicata in ricezione nel sistema di decodificazione.

<u>PRINCIPIO DEL MODULATORE AD ANELLO</u>.

<u>Analisi dello schema</u>. - Lo schema è dato nella fig.3

T1 e T2 sono dei trasformatori rigorosamente identici. Gli avvolgimenti P1/P2 e S1/S2 sono perfettamente simmetrici. I quattro diodi sono essi pure fisicamente identici. Supponiamo che il generatore A.F. non sia collegato e che i terminali siano in corto circuito: si avrà lo schema della fig.4. Si nota che l'avvolgimento P1 + P2 è collegato agli estremi di due coppie di diodi in serie e con polarità inversa.
In conseguenza, se si applica all'ingresso di T1 una tensione alternata fornita da un generatore R.F., i diodi D1-D2 e D3-D4 condurranno ad ogni alternanza, cortocicuitando così gli avvolgimenti secondari. Se gli elementi sono perfetti la tensione agli estremi di tutto il secondario di T1 sarà nulla. Non ci sarà quindi tensione tra i punti D e C vale a dire che sul primario di T2 (S1 + S2) non circolerà alcuna corrente.

<u>Riassumendo:</u> Se si applica all'ingresso di questo circuito una tensione sinusoidale non si troverà nulla all'uscita.

Sopprimiamo il generatore R.F.: se si collega tra A e B una tensione continua in modo che A sia positivo rispetto a B si avrà lo schema di fig.5.
In questo caso si noterà che i diodi D2 e D3 sono sede di una corrente che interessa S1 e P1 e S2 e P2. La corrente è in opposizione in ciascun avvolgimento ciò che neutralizza il campo magnetico nel nucleo di ciascun trasformatore.
D'altra parte essendo il fenomeno costante nulla può avvenire sull'avvolgimento di uscita. Applichiamo ora la tensione tra A e B in senso inverso. I diodi D2 e D3 cesseranno di condurre e condurranno invece i diodi D1 e D4 come indicato in fig.6.
Il fenomeno sarà in senso inverso del precedente e non si avrà nulla all'uscita per le medesime ragioni menzionate in precedenza.
Riprendiamo lo stesso circuito ma applicando le due tensioni simultaneamente cioè la R.F. all'entrata (38KHz) e la tensione continua tra A e B

tale che A sia positivo rispetto a B. Si devono considerare due casi:

1° caso in cui l'alternanza R.F. è positiva (vedi fig.7).

Si avrà la comparsa di una tensione agli estremi degli avvolgimenti P1 e P2. Si può notare sullo schema (fig.7) che la tensione in A-B è in serie con la tensione che appare agli estremi di P1 e in opposizione con quella che appare agli estremi di P2
La conduttività del diodo D3 va dunque aumentando mentre quella del diodo D2 diminuisce. (La condizione iniziale, cioè nel momento in cui inizia il periodo R.F. e la tensione è nulla è data in fig.5).
D'altra parte lo stato di non conduttività del diodo D1 va aumentando (la tensione aumenta ai suoi estremi in senso contrario alla conduttività) e lo stato di non conduttività del diodo D4 va diminuendo.

Conseguenza: la corrente nell'avvolgimento S1 aumenta mentre diminuisce quella nell'avvolgimento S2. Il campo magnetico si stabilisce quindi nel nucleo di T2 (non bisogna dimenticare che la corrente, nell'istante in cui la tensione comincia ad apparire agli estremi di P1 - P2, è uguale in S1 e S2 e di senso contrario, annullando così il campo magnetico nel nucleo di T2).
Apparirà dunque all'uscita di T2 una tensione che va crescendo sino al momento in cui il diodo D4 comincia a condurre. Questa condizione sarà raggiunta all'istante in cui la tensione R.F. sarà uguale alla tensione applicata tra A e B.

2° caso in cui l'alternanza R.F. è negativa (vedi fig.8)

La tensione che appare agli estremi di P1 e P2 è di senso inverso rispetto al caso precedente. Si nota che la tensione ai punti A-B è in opposizione con la tensione che appare agli estremi di P1 e in serie con quella che appare agli estremi di P2.
La conduttività del diodo D2 aumenta mentre quella del diodo D3 diminuisce. (All'istante in cui la tensione R.F. si inverte passando per lo zero si ritrova la situazione della fig.5).
D'altra parte lo stato di non conduttività del diodo D4 va aumentando mentre quello del diodo D1 va diminuendo.

Conseguenza: la corrente nell'avvolgimento S1 diminuisce mentre aumenta quella dell'avvolgimento S2. Il campo magnetico nel nucleo di T2 aumenta ora in senso inverso rispetto al caso precedente sino all'istante in cui il diodo D1 comincia a condurre; la tensione sul secondario aumenta in senso inverso al primo caso sino all'istante in cui la tensione R.F. sarà uguale alla tensione applicata tra A e B.
Si intravedono quindi due proprietà importanti del modulatore ad anello e cioè:

La tensione R.F. non può comparire all'uscita che quando si applica una tensione tra A e B.

L'ampiezza della tensione R.F. è determinata dal valore della tensione applicata tra A e B.
Inoltre se si inverte la tensione applicata tra A e B si nota che la tensione alternata disponibile all'uscita del modulatore ad anello compare in senso inverso, vale a dire in opposizione di fase. (vedi fig.9).

Riassumendo: Se si applica una tensione di audiofrequenza tra A e B, la tensione R.F. all'uscita del modulatore ad anello sarà contemporaneamente modulata in fase ed in ampiezza. Essa sarà presente solo quando è presente la tensione audio. (vedi fig.10) La tensione R.F. disponibile durante la modulazione non sarà più una sinusoide ma una tensione di forma composta che, se la tensione audio è sinusoidale, sarà in ogni istante uguale alla somma di due tensioni sinusoidali le cui frequenze sono rispettivamente:

Frequenza R.F. + Frequenza A.F.

e Frequenza R.F. - Frequenza A.F. , che corrispondono alle due sonde laterali. Questo punto molto importante sarà sviluppato ulteriormente.
Il modulatore ad anello deve dunque trasformare il segnale stereofonico in segnale R.F. composto a 38KHz.
Infatti, come abbiamo visto in precedenza, il segnale di uscita non sarà composto che dalle bande laterali prodotte.
Bisogna esaminare parecchi casi. In effetti la modulazione può avere diversi aspetti:

a) trasmissione di un segnale canale sinistro
b) trasmissione di un segnale canale destro
c) trasmissione di un segnale stereofonico (impiegando naturalmente il canale destro ed il canale sinistro)
d) trasmissione di un segnale monofonico (canale sinistro e canale destro alimentati in parallelo, cioè con un segnale identico).

Si supporrà che il segnale da trasmettere sia sinusoidale con valore di cresta di 1 Volt e di frequenza 400 Hz come esempio.
Il segnale all'ingresso viene modificato nel circuito destinato a fare la somma G + D e la differensa G - D. Per determinare il segnale disponibile all'uscita del modulatore ad anello è dunque necessario conoscere il segnale modulante, cioè il segnale stereofonico.

Nota : Esaminando il segnale disponibile all'uscita del circuito di addizione e di sottrazione si constata che "V Suono" e "V Stereo" sono in fase e che la tensione massima è la metà della tensione applicata all'ingresso. Se si riprende la spiegazione data all'inizio di questo studio (vedi fig.1) si vede che il segnale è applicato all'ingresso a resistenze montate in serie - parallelo e di valore rigorosamente identico.
Il segnale è prelevato su di una sola resistenza ciò che spiega il perchè si trovi solamente la metà della tensione applicata.

## LA RICEZIONE

Abbiamo visto all'inizio che il processo di trasmissione impiegato per la stereofonia è compatibile. Ciò significa che un utente in possesso di un ricevitore non adattato a questo tipo di ricezione può tuttavia ricevere il programma, ma in monofonia.

## PRINCIPIO DELLA RICEZIONE IN MONOFONIA

Ricevendo un programma stereofonico con un ricevitore non adattato il segnale rivelato dal discriminatore a rapporto sarà uno di quelli dati alle figure 15c - 16c - 17c - 18c. Il segnale reale comporta in più il segnale a 19 KHz omesso per semplificare il ragionamento ed i disegni. Lo Spettro dell'audio frequenza trasmessa è dato alla fig.20. In tale figura si nota che il segnale monofonico (G + D) occupa una banda di frequenze che va da 50 Hz a 15 KHz e che il segnale stereofonico occupa una banda di frequenze che va da 23 a 53KHz con una interruzione a 38 KHz com'è logico poichè la portante è soppressa. (La banda da 23 a 53 KHz è occupata dalle bande laterali che compaiono quando la portante è modulata dal segnale stereofonico cioè dalle informazioni (G - D).
La frequenza di riferimento a 19 KHz si trova esattamente nel centro della banda non utilizzata da 15 a 23 KHz.
Il grafico è dato in percentuale di modulazione del trasmettitore. Ricordiamo che la profondità di modulazione, in modulazione di frequenza, è dato dal rapporto tra la deviazione di frequenza provocata da un segnale qualunque e la deviazione massima totale che può essere provocata.
Esempio: i trasmettitori a modulazione di frequenza permettono generalmente una deviazione massima totale di 150 KHz. Se la deviazione corrisponde ad una esecuzione totale di frequenza di 90 KHz, la profondità di modulazione sarà di $\frac{90}{150} \times 100 = 60\%$.
Si può osservare in fig.20 che il segnale monofonico può modulare il trasmettitore al 90%. Questo punto è molto importante per la ricezione in monofonia e fa parte delle condizioni di compatibilità; in effetti se si suppone che la tensione di cresta rivelata dal ricevitore è proporzionale alla deviazione della frequenza (questo è il caso ideale), vale a dire alla profondità di modulazione, l'ascolto della stereofonia per mezzo d'un ricevitore monofonico comporterà una diminuzione del 10% del segnale rispetto all'ascolto di un trasmettitore in monofonia.
Questo corrisponde ad una differenza di livello dell'ordine di 1 db, praticamente inavvertibile dall'orecchio.
I ricevitore per F.M. non adattati per la stereofonia possiedono all'uscita del rivelatore un circuito di de-enfasi. In trasmissione le frequenze acute sono esagerate per diminuire il rumore di fondo in ricezione. E' pertanto necessario correggere questo difetto con un filtro che attenui le frequenze acute.
Si utilizza a tale scopo un filtro RC rappresentato in fig.21. Prendiamo il caso della fig.16c. Questa figura da la tensione che sarebbe rivelata da un ricevitore monofonico (non è rappresentato il segnale a 19KHz). Il circuito RC di de-enfasi, tra il rivelatore a rapporto e l'amplificatore audio del ricevitore, sopprime le variazioni rapide del segnale e lascia passare solo le variazioni lente che corrispondono al valore medio. La linea punteggiata in figura 16c rappresenta appunto tale valore e rappresenta il segnale monofonico. Praticamente un ricevitore classico taglia al di sopra dei 16 KHz il che significa che tutte le informazioni trasmesse ad una frequenza superiore sono eliminate. Dalla fig.20 si vede che saranno udibili solamente le informazioni monofoniche che non superano 15KHz.

## PRINCIPIO DELLA RICEZIONE STEREOFONICA

Poichè la trasmissione delle informazioni stereofoniche viene fatta con il sistema della portante soppressa, è necessario studiare come è possibile rivelare le informazioni stesse. Supponiamo che il trasmettitore irradi solamente le informazioni stereofoniche (caso della fig.12). La fig.22a rappresenta la tensione audio applicata al modulatore ad anello (frequenza di circa 3 KHz). La fig.22b rappresenta la tensione R.F. (38 KHz) applicata all'ingresso del modulatore ad anello e destinata ad essere modulata. All'uscita appare la tensione rappresentata in fig.22c. Essa è la risultante delle due bande laterali prodotte dalla modulazione in ampiezza della tensione a 38KHz meno quest'ultima (Poichè essa viene soppressa). Si ha dunque una tensione che è in ogni istante la somma algebrica dei valori istantanei delle tensioni sinusoidali a frequenza 38 - 3 = 35 KHz e 38 + 3 = 41KHz. (Si può d'altra parte ottenere la stessa forma esaminando all'oscillografo la tensione risultante da due generatori di tensione sinusoidali messi in serie e regolati su 35 e 41 KHz. Quando la fase dei due generatori è quella corretta si vede la stessa forma di fig.22c). Si può osservare che il fenomeno passa periodicamente per lo zero (punti t1-t2-t3-t4) ciò che è logico poichè in questo istante l'audio frequenza rappresentata in fig.22a passa per lo zero. La tensione di fig.22c è applicata al modulatore finale del trasmettitore provocando la modulazione di frequenza. Questa tensione apparirà all'uscita del rivelatore a rapporto del ricevitore.
Il segnale disponibile all'uscita del rivelatore a rapporto deve essere rivelata una seconda volta per ottenere la tensione audio data dalla fig.22a. E' impossibile usare direttamente un rivelatore identico a quello che si riscontra nei ricevitori in AM. Infatti questo circuito funziona come un raddrizzatore ad una semionda. La costante di tempo di filtraggio deve essere superiore al periodo R.F. e inferiore al periodo più elevato dell'audio frequenza da trasmettere. Se si usasse direttamente un tale sistema di rivelazione si otterrebbe all'uscita la tensione di fig.22 d che è molto differente dalla tensione originale. (fig.22 a).
Si è visto precedentemente che il modulatore permette di modulare una portante R.F. in ampiezza e di sopprimerla. Il procedimento della seconda rivelazione sarà dunque molto semplice: basterà aggiungere al segnale 22 c (bande laterali del segnale stereo) la portante R.F. della fig.22b. Se questa portante è di fase corretta e di ampiezza sufficiente si ottiene la fig.22e che è una portante modulata in ampiezza e facile da rivelare. Si comprende ora la funzione dei 19 KHz: permettono, raddoppiando a frequenza, di restituire la portante in ricezione.
Lo schema sinottico del ricevitore sarà dunque in questo caso quello della fig.23.
La ricezione in stereofonia è un pò più complicata. Il ragionamento precedente teneva conto unicamente della trasmissione del segnale stereofonico. In pratica il segnale monofonico è trasmesso simultaneamente.
La fig.24a da il segnale stereofonico del caso precedente, vale a dire G - D. Poichè non è modulato che il canale destro, si trova - D che indica semplicemente che il segnale è in opposizione di fase col segnale monofonico che è G + D. Nella fig.24b è dato il segnale monofonico. Questo è aggiunto alle bande laterali (fig.22c) prodotte dal segnale stereo. La somma algebrica di 22c + 24b da la fig.24c. Questa tensione servirà a modulare il trasmettitore ed è quella che si ritroverà all'uscita del ri-

velatore a rapporto (I19 KHz non sono rappresentati per facilitare il ragionamento). Se si aggiunge in ricezione la portante a 38 KHz (fig.24d) si ottiene la fig.24e . Essa differisce notevolmente dalla fig.22e.
Un solo lato della portante è modulato in ampiezza. Modulando il canale sinistro si constaterebbe lo stesso fenomeno con la differenza che solamente le alternanze positive sarebbero modulate. Si comincia pertanto ad intravedere come la rivelazione separata dei canali destro e sinistro sia possibile.
Moduliamo simultaneamente il canale destro ed il canale sinistro con le tensioni rappresentate in fig.25a - 25b. Il segnale monofonico (G + D) è dato in fig. 25c ed il segnale stereofonico in fig.25 d. La modulazione della R.F. a 38 KHz, fig.26b, col segnale stereo di fig.25d riportato in fig.26a, da le bande laterali rappresentate in fig.26c. Se si aggiunge il segnale monofonico di fig.25c al segnale di fig.26c, si ottiene il segnale 26d il quale rappresenta la tensione che modulerà il trasmettitore in frequenza e che si ritroverà all'uscita del rivelatore a rapporto del ricevitore.
Descriviamo in dettagli quest'ultima figura:

1) Il valore medio punteggiato è uguale al segnale monofonico.
   Conseguenza: un ricevitore monofonico eliminerà le variazioni rapide (come abbiamo visto in precedenza) e non lascerà sussistere che il valore medio corrispondente al segnale monofonico (Compatibilità).
2) A tratteggio si nota su certe creste R.F. l'informazione audio canale sinistro della fig.25a.
3) A punti e linee si nota sulle altre creste R.F. l'informazione audio canale destro della fig.25b. Se in ricezione si aggiunge al segnale della fig.26d la portante R.F. di fig.27a si ottiene il segnale di fig.27b che è una portante le cui alternanze positive sono modulate dal canale sinistro e le negative dal canale destro.

Il circuito di rivelazione partendo da questo procedimento è semplice. Basta aggiungere, dopo aver ricostituito la portante di fig. 27b, due rivelatori d'ampiezza. (fig.27c). Il diodo Dg è collegato in modo da condurre durante le alternanze positive permettendo così la rivelazione delle informazioni del canale sinistro. Il diodo Dd è in senso inverso e conduce durante le alternanze negative permettendo la rivelazione del canale destro.
Il rivelatore che abbiamo visto presenta parecchi inconvenienti. Uno di essi è dato dalla piccola differenza esistente tra la frequenza R.F. (38 KHz) e la massima frequenza audio da trasmettere (15KHz).
E' quindi necessario scegliere un compromesso nel calcolo della costante di tempo che non permetterebbe il passaggio dei 15 KHz necessari.
Inoltre tale sistema non è compatibile; in effetti ricevendo la monofonia, il rivelatore taglierà il segnale durante l'una o l'altra alternanza.
Si preferisce usare <u>un rivelatore ad anello</u>. Il principio è identico al <u>modulatore</u> già descritto. Lo schema di principio in ricezione è quello di fig.28.
Si applica al'ingresso del trasformatore T una tensione alternata a 38 KHz (vedremo più avanti com'è prodotta). Nessuna corrente fluirà nelle resistenze R1 e R2 se non si applica una tensione tra A e B. In effetti i due diodi in un senso possono essere considerati teoricamente come un corto circuito, i due nell'altro senso come una resistenza infinita.

Se si applica una tensione tra A e B essa apparirà agli estremi di R1 quando D1 e D2 sono conduttori (vale a dire durante l'alternanza positiva della tensione a 38 KHz) ed agli estremi di R2 quando D3 e D4 sono conduttori.
Questi diodi possono essere comparati a degli interruttori comandati alla frequenza della sottoportante.
Se si applica tra A e B la tensione della fig.29b (che è quella della fig. 26d) si nota che la corrente in R1 compare nell'istante in cui le alternanze sono positive e precisamente quando il segnale composto raggiunge il valore della tensione audio trasmessa sul canale sinistro in quell'istante (fig.29c). All'alternanza negativa R2 condurrà all'istante in cui si avrà trasmissione del valore di tensione raggiunta in quell'istante dal segnale canale destro. Le informazioni appariranno dunque l'una dopo l'altra su R1 e R2 all'istante in cui si trasmette l'una e l'altra.
Con un circuito RC è ora possibile integrare le informazioni e restituire in segnali separati canale sinistro e canale destro.
Si comprende ora la funzione dei 19KHz. Essi permettono, raddoppiando la frequenza, di decodificare le informazioni. Ma ciò che è importantissimo, permettono di sbloccare i diodi del decodificatore al momento voluto. Si vede che questo sbloccaggio è funzione della fase del segnale di decodificazione a 38 KHz (2 x 19 KHz). Se questa fase non è rispettata compare della diafonia, vale a dire che il canale sinistro contiene delle informazioni del canale destro e viceversa.

## IL DECODIFICATORE PHILIPS

Lo schema è dato in fig.30. E' dotato di tre transistor AF126 e sei diodi. Il segnale composto proveniente dal rivelatore a rapporto è applicato tra il punto 1 ed il punto 4 (massa). Al punto 1 fanno capo due collegamenti , una che proviene da R1, l'altro dal filtro S3 - C5. Dopo R1 (150 Kohm), il filtro S1-S2-C1 è accordato su 19KHz e permette di modulare la corrente di TS1 a questa frequenza.
Sul collettore di TS1 si trova un trasformatore accordato alla stessa frequenza . Il suo secondario S6-S5 da una presa intermedia e funziona esattamente nelle stesse condizioni d'un trasformatore d'alimentazione di un raddrizzatore ad onda completa.
I diodi GR1 - GR2 raddrizzano la tensione a 19KHz disponibile agli estremi del secondario S5 - S6. All'uscita dei diodi, la resistenza R5 (39 Kohm) è percorsa nello stesso senso da un corrente pulsante a 38KHz (vedi fig.31). Il segnale disponibile agli estremi di R5 comanda, tramite C8, la corrente di TS2 che è modulata a 38KHz.
Il filtro C9-S7 in serie al collettore di questo transistor è accordato su 38 KHz e permette di ricostruire la portante soppressa in trasmissione. C9-S7 è il primario del trasformatore T che permette il bloccaggio e lo sbloccaggio dei diodi GR6 - GR3 e GR4 - GR5. (La portante ricostruita è data in fig.32).
Il segnale composto proveniente dal rivelatore a rapporto è trasmesso, dalla connessione 1, alla presa centrale del secondario di T, cioè al punto di giunzione degli avvolgimenti S9-S8.

Il segnale decodificato è disponibile agli estremi di R15 (canale sinistro) e di R14 (canale destro). Il circuito S3 - C5 serve da filtro e permette di bloccare l'eventuale trasmissione di un'informazione supplementare. Infatti negli Stati Uniti si utilizza una portante supplementare a 67 KHz, con una banda di frequenza da 60 a 74KHz utilizzata a scopi pubblicitari.
Dopo la decodificazione si trova un circuito "anti-diafonia".
Rimane sempre, dopo la decodificazione, un residuo del canale destro sul sinistro e viceversa. R15 e R14 fanno parte di un ponte a 3 ram di cui il terzo è la resistenza variabile R13 (10 Kohm).
Supponiamo che si trovi all'uscita:
per il canale sinistro: 4 Volt sinistro + 1 Volt destro residuo
per il canale destro : 4 Volt destro + 1 Volt sinistro residuo
R13 sarà percorsa da una corrente che sarà la somma di tutte queste informazioni e la tensione che apparirà ai suoi estremi sarà determinata dal rapporto di R15 e R13 per il canale sinistro e di R14 e R13 per il canale destro.
Supponiamo che il rapporto sia uguale a 10. Si avrà dunque agli estremi di R13:

$$\frac{4 \text{ Volt G} + 1 \text{ Volt D} + 4 \text{ Volt D} + 1 \text{ Volt G}}{10} = \frac{5 \text{ Volt G} + 5 \text{ Volt D}}{10}$$

ossia 0,5 Volt sinistro e 0,5 Volt destro. Queste tensioni sono applicate all'entrata di TS3 a mezzo C10 (10nF).
Si ritrova lo stesso segnale all'uscita di TS3 ma in senso inverso rispetto all'entrata. Questo segnale è di nuovo applicato, via R21, al canale sinistro e, via R20, al canale destro. Se il guadagno al punto d'applicazione è 2, ciò significa che per ciascun canale si applica:
0,5 Volt sinistro x (-2) = - 1 Volt sinistro
0,5 Volt destro x (-2) = - 1 Volt destro
Il segno - indica che è avvenuta l'inversione del senso del fenomeno.

Facciamo il bilancio:

Per il canale sinistro, dopo la decodificazione, abbiamo supposto:

4 Volt sinistro + 1 Volt destro residuo

Se si applica - 1 Volt sinistro e - 1 Volt destro all'uscita si avrà

4 Volt sinistro - 1 Volt sinistro = 3 Volt sinistro
1 Volt destro - 1 Volt destro = 0

Per il canale destro, dopo la sottrazione, si avrà:

4 Volt destro - 1 Volt destro = 3 Volt destro
1 Volt sinistro - 1 Volt sinistro = 0

Conclusione: Il procedimento utilizzato permette di sopprimere la diafonia vale a dire il residuo di un canale sull'altro. Tale procedimento presenta un inconveniente: esso diminuisce l'ampiezza del segnale ricevuto. Tuttavia l'amplificatore audio ha un guadagno sufficiente per compensare questo inconveniente.

Nota.- R13 è regolata in sede di fabbricazione e non deve essere ritoccata in nessun caso senza utilizzare un generatore speciale poichè non è possibile effettuare tale regolazione utilizzando una emissione normale stereofonica.

COMPATIBILITA' STEREO-MONOFONIA

Il decodificatore Philips è compatibile per la monofonia. Infatti se si riceve un'emissione monofonica, l'audiofrequenza disponibile all'uscita del rivelatore a rapporto è applicata al punto centrale di S9-S8. I diodi (GR6 - GR3 e GR5 - GR4) assicurano la continuità durante l'alternanza positiva (GR6 - GR4) e durante l'alternanza negativa (GR3 - GR5) ricostituendo nelle resistenze R14 e R15 il segnale completo. Non c'è quindi bisogno di commutatori per passare da un sistema di ricezione all'altro.

INDICATORE DELLA TRASMISSIONE STEREOFONICA

Lo schema è indicato in fig.33. L'alimentazione del dispositivo è ricavata dall'alimentazione dei filamenti del ricevitore (6,3V ca). Il raddrizzamento è ottenuto con il diodo GR7 (OA200) ed il filtraggio con C2 (320 $\mu$F)

Funzionamento:

Quando il trasmettitore emette stereofonia si dispone al punto 5 del decodificatore di una tensione alternata a 38 KHz (risultante dalla duplicazione della frequenza pilota a 19KHz). Questa tensione è applicata al punto N° 2 dell'indicatore, cioè al catodo di GR6. Poichè il diodo lascia passare la corrente in un solo senso, il condensatore C1 (2,5 $\mu$F) si carica attraverso R1 (4,7 Kohm). La tensione che compare (negativa rispetto a massa) è applicata agli estremi di R2 che è un potenziometro il cui cursore è collegato alla base del transistor TS4. La base di TS4 sarà tanto più negativa quanto il segnale rivelato sarà più intenso e quanto più verso R1 sarà il cursore di R2 (10 Kohm). TS4 è un transistor PNP. Si sa che rendendo la base di un transistor più negativa rispetto all'emettitore, la corrente di collettore aumenta.
Se la corrente di TS4 aumenta, la caduta di tensione agli estremi di R3 aumenta. Il divisore R4 - R5 è collegato tra massa e collettore di TS4.
In conseguenza la corrente di TS5, la cui base è collegata all'unione R4 - R5, dipenderà dalla tensione applicata agli estremi di tale divisore cioè dalla tensione esistente tra massa e collettore di TS 4.
Se questa tensione diminuisce in conseguenza dell'aumento della tensione agli estremi di R3 (causata dall'aumento della corrente di collettore di TS4) la corrente di TS5 diminuisce.
Ciò provoca la diminuizione della tensione agli estremi di R7 vale a dire l'aumento della tensione tra massa e collettore di TS5. Questa tensione, che aumenta negativamente rispetto alla massa, è applicata agli estremi del divisore R6 - R2. Essa rafforza il fenomeno causato dalla rettificazione dei 38 KHz e ne nasce una reazione. Il fenomeno è cumulativo e si ottiene bilanciamento del sistema.
La polarizzazione di TS6 è determinata dalla tensione esistente agli estremi di R3. Se questa tensione aumenta, la corrente in TS6 aumenta provocando l'incandescenza della lampada collegata tra il punto 4 e massa.

L'effetto di commutazione di TS6 è rafforzato dal diodo OA200 che si trova in serie col suo emettitore.

Riassumendo: Quando un trasmettitore trasmette stereofonia, il raddrizzamento della tensione a 38KHz disponibile agli estremi di S7 (fig.32) causa lo sbilanciamento di TS4 e TS5. La corrente di TS6 aumenta considerevolmente e la lampada posta nel circuito collettore si illumina, segnalando immediatamente all'utente la presenza di un'emissione stereofonica. Quando l'emettitore riprende la trasmissione monofonica, la mancanza dei 19KHz e quindi dei 38 KHz fa riprendere a TS4 e TS5 la condizione di riposo.
TS6 cessa praticamente di condurre e la lampada si spegne. La sensibilità è determinata dalla posizione del cursore di R2.
La fig.34 dà lo schema sinottico di un ricevitore F.M. in grado di ricevere la stereofonia.

## FIG. 13

Nota:

La caratteristica principale di una trasmissione stereofonica è lo sfasamento che esiste tra i due canali.
Infatti la localizzazione di un rumore ci è possibile grazie alla sensibilità e alla fase dei nostri organi auditivi.
In conseguenza se si vuole imitare artificialmente la trasmissione stereofonica si devono applicare simultaneamente sul canale sinistro e sul canale destro dei segnali identici in forma e frequenza ma sfasati tra di loro.
Per semplificare il ragionamento prenderemo la stessa forma utilizzata precedentemente cioè una sinusoide con valore di cresta di 1 Volt ma sfasata di 180° tra il canale sinistro ed il canale destro.

V stereo è uguale a: $\frac{1G}{2} - \frac{1D}{2}$

Si ha infatti:

VG = 0,5 e VD = -0,5 (Il segno - deriva dallo sfasamento di 180° tra le 2 tensioni).

Si ottiene dunque V stereo = 0,5 - (- 0,5) = + 1 Volt

## FIG.14

Nota:
In questo caso i segnali applicati ai due canali sono rigorosamente identici (fase, tensione, forma). I segnali sinistro e destro si sommano quindi all'uscita monofonica e si annullano all'uscita stereofonica. Si comprende che il sistema è compatibile poichè, quando il trasmettitore emette monofonia, le informazioni stereofoniche scompaiono. Come abbiamo visto precedentemente il trasmettitore deve irradiare simultaneamente il segnale M (mono) ed il segnale S (stereo). In conseguenza all'uscita del modulatore ad anello si addizionano i segnali ottenuti con il segnale monofonico.

ETAGE DE SORTIE
R.F.
Bande 100 MHz

ANT

D
G

ADDITION
SOUSTRACTION

Signal M
Signal S

MODULATEUR F.M.

DIVISEUR 2
(19 kHz)

OSCILLAT.
38 kHz

MODULATEUR
EN ANNEAU

Fig. 2

+
-
D
+
-
G
A
R1
R2
signal M
signal S

Fig : 1

Fig. 1

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

g. 7

Fig. 8

Fig. 9

Fig. 10

$V_G$
1 V
0
t
13a
$V_D$
1
0
t
13b
V mono
voie mono = 0
0
t
13c
V stéréo
1
0
t
13d
V sortie modulateur
en anneau
0
t
13e


Fig. 13

V G
1 V
0
t
14a
V D
1 V
0
t
14b
V mono
1 V
0
t
14c
V stéréo
voie stéréo = 0
t
14d
V sortie modulateur
en anneau
voie sortie modulateur = 0
t
14e

Fig. 14

V mono
0
15a
t
V sortie modulateur
en anneau
15b
V mono + V sortie
modulateur en anneau
15c
Valeur moyenne
16a
16b
16c
Valeur moyenne (correspondant au signal compatible)

Fig. 15

Fig. 16

V mono
voie mono = 0
t
17a
V sortie modulateur en anneau
t
17b
V mono + V sortie modulateur en anneau
t
17c

Fig. 17

V mono
0
t
18a
V sortie modulateur en anneau
voie sortie modulateur = 0
0
t
18b
V mono + V sortie modulateur en anneau
0
t
18c
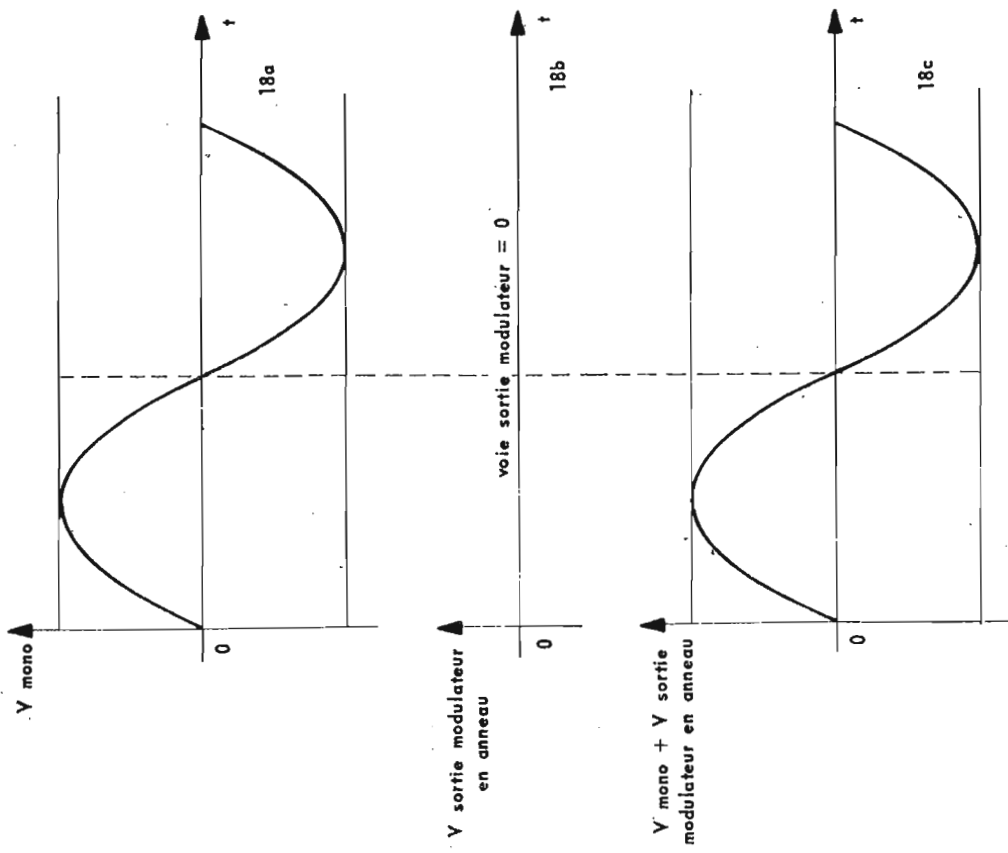
Fig. 18
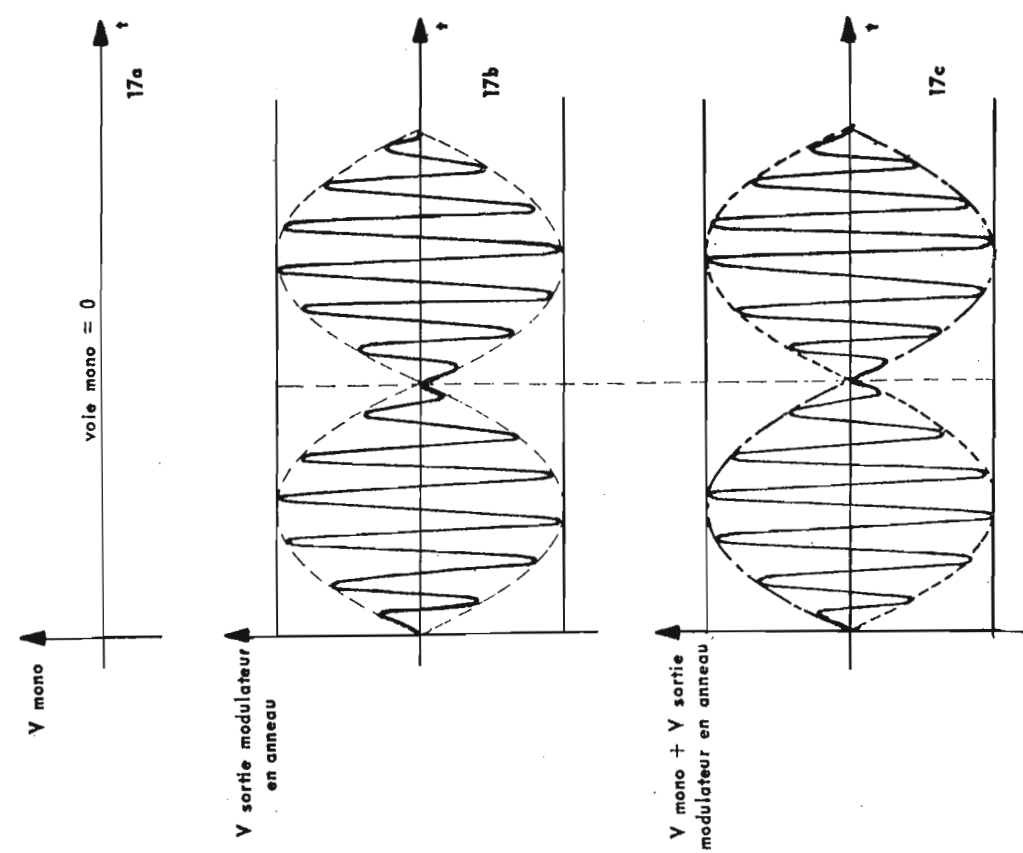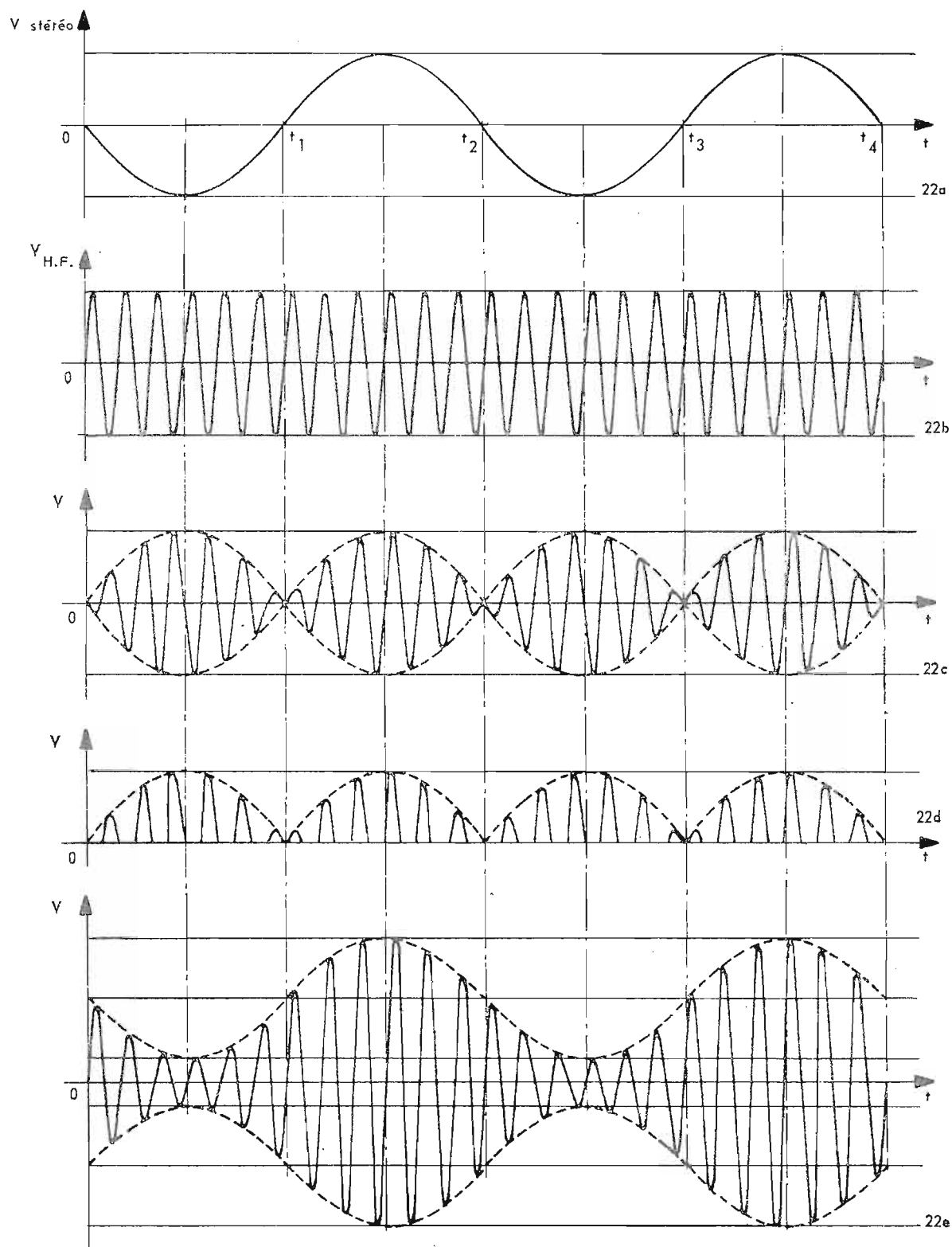
Fig. 22
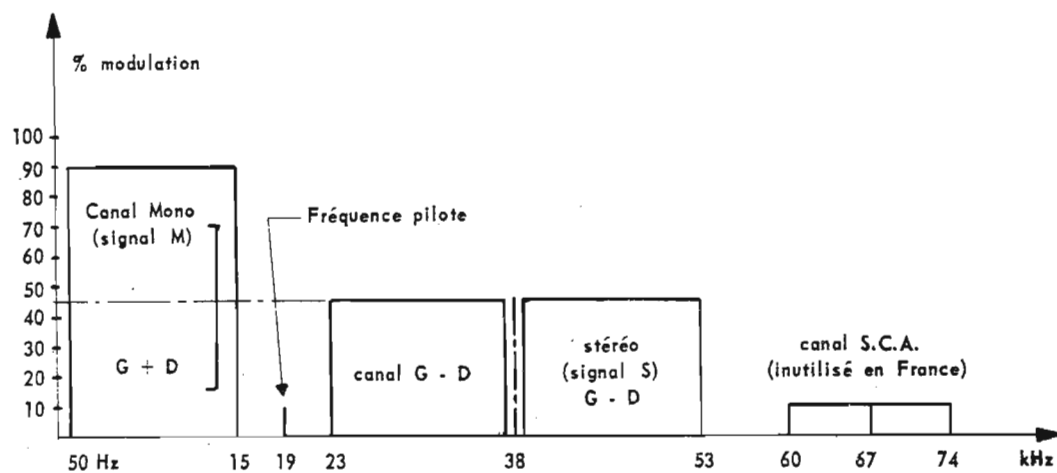
Fig. 20
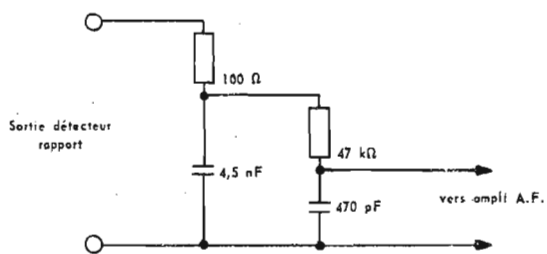
Fig. 21

Fig. 23

Fig. 24

Fig. 25

Fig. 26

V
porteuse
R.F. 38 kHz
0
t
27a
V
porteuse
+ V
(fig. 26d)
0
t
27b
Porteuse 38 kHz
+ bandes latérales
+ signal M
Détecteur
de rapport
$D_g$
voie gauche
$D_d$
voie droite
27c

Fig. 27

V ET1
0
V AB
informations voie gauche
0
informations voie droite
V R1
gauche
0
V R2
droit
0

Fig. 29

TS1
AF126
TS2
AF126
TS3
AF126
GR1
AA119
GR2
AA119
GR3
AA119
GR4
AA119
GR5
AA119
GR6
AA119
R1 150kΩ
R2 33kΩ
R3 27kΩ
R4 10kΩ
R5 39kΩ
R6 39kΩ
R7 39kΩ
R8 5,6kΩ
R9 15kΩ
R10 15kΩ
R11 15kΩ
R12 15kΩ
R13 10kΩ
R14 100kΩ
R15 100kΩ
R16 6,8kΩ
R17 47kΩ
R18 1,2kΩ
R19 3,9kΩ
R20 68kΩ
R21 68kΩ
R22 47kΩ
R23 47kΩ
R30 68Ω
R31 68Ω
C1 3,9nF
C2 390pF
C3 3,9nF
C4 10µF
C5 390pF
C6 3,9nF
C7 10µF
C8 4,7nF
C9 3,9nF
C10 10µF
C11 100µF
C12 10µF
C13 1nF
C14 1nF
S1
S2
S3
S4
S4a
S5
S6
S7
S8
S9
1
2
3
4
5
6
G
D
MD
Fig. 30

Fig. 31

Fig. 32

Fig. 33

Fig. 34